

20.66

江苏科学技术出版社

塑料成型 加工入门

塑料成型加工入门

〔日〕广惠章利信 著
本吉正信

李乔钧 译

江苏科学技术出版社

本书根据日本日刊工业新闻社1983年版

《プラスチック成形加工入门》译出

塑料成型加工入门

李乔钧 译

出版、发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：丹阳练湖印刷厂

开本787×1092毫米 1/16 印张11.5 字数266,800

1989年5月第1版 1989年5月第1次印刷

印数1—6,160册

ISBN 7—5345—0629—8

TQ·5

定价：3.80元

责任编辑 赵所生

译 序

《塑料成型加工入门》一书，由日本塑料界专家本吉正信教授和日本塑料顾问事务所所长广惠章利教授合著。它是作为《塑料材料性能入门》一书的姐妹篇，于1983年出版的。原书共十一章，第1~3章为绪言及塑料材料简介，第4~11章为塑料成型加工方面的内容。鉴于近年来国内已出版了很多相类似的塑料材料方面的书籍，为了避免重复，突出原著的重点，译者特删减了前三章，选择原著的第4~11章(现为1~8章)，译成本书。

译本第1章概要介绍了成型加工方法，其中包括成型加工原理及各种成型加工方法。第2~5章以成型加工的核心——注射成型为重点，系统介绍了塑料加工的成型模具、设备和工艺。第6~8章分别叙述塑料制品质量、制品设计、修饰及二次加工。附录为各种塑料性能表。

本书在介绍塑料加工技术与设备时，兼顾了一般常用和最新发展两方面的内容。原作者在著述过程中，总结整理了自己多年的实际工作经验，参考了大量的塑料成型加工专著和工厂的技术资料，因而使本书内容广泛实际，数据丰富确切，叙述层次清晰，行文简明扼要，图文并茂，成为一本极好的塑料加工入门书。

由于目前国内还缺乏这样一本很好的塑料成型加工入门书，故特译此书献给从事塑料工业的同行以及有关工作人员，它也可供高等院校塑料加工专业的师生参考。

译者翻译此书，得到江苏科技出版社的支持，及《中国塑料》编辑委员会总顾问陈文瑛先生的鼓励。陈先生认为，这是一本很好的塑料成型加工入门书，对于普及先进的塑料加工技术具有一定的作用，值得向广大读者推荐。本书插图和整理分别由龚肖康、侯怡伟同志完成，图文核对由金自强同志协助，谨此一并致谢！

李乔钧

于南京化工学院

目 录

1. 各种成型加工方法概要

1.1 成型加工的原理	1
1.1.1 熔融(塑化)	1
1.1.2 流动(成型)	2
1.1.3 冷却	3
1.2 成型加工的方法与机械	4
1.2.1 压缩模塑	5
1.2.2 传递模塑(压铸)	7
1.2.3 注射成型	7
1.2.4 挤出成型	8
1.2.5 吹塑成型	13
1.2.6 压延成型	14
1.2.7 热成型	15
1.2.8 流动成型	16
1.2.9 层压塑料成型	17

2. 注射成型模具

2.1 注射成型模具的基本结构	19
2.1.1 注射成型模具的种类	19
2.1.2 模具底座	21
2.1.3 凹模(也称模槽或阴模)	21
2.2 流道与浇口(流道系统)	22
2.2.1 主流道	22
2.2.2 分流道	23
2.2.3 冷料井(材料积存)	23
2.2.4 设置浇口的方法	23
2.2.5 浇口的种类(形状)	25
2.2.6 无流道模具	28
2.2.7 空气排出孔(排气槽)	32
2.3 制品顶出装置(脱模机构)	33
2.3.1 制品的顶出	33
2.3.2 流道脱模	34
2.4 凹槽(侧凹)的处理	36
2.4.1 何谓凹槽(侧凹)	36
2.4.2 避免凹槽(侧凹)的制品设计	36

2.4.3 侧凹部分的强制脱模	37
2.4.4 滑动型芯的结构	37
2.4.5 对开式模 (split mould)	39
2.5 模具温度的控制	40
2.5.1 控制温度的必要性	40
2.5.2 控制温度的方法	41

3. 注射成型机

3.1 注射成型机的种类	42
3.2 注射装置	43
3.2.1 典型的注射装置的结构与特征	45
3.2.2 螺杆式注射装置的主要部分	48
3.2.3 排气式注射装置	52
3.3 合模装置	53
3.3.1 直压式合模装置	54
3.3.2 曲肘式合模装置	56
3.3.3 曲肘-直压式合模装置(液压-双曲肘合模装置)	59
3.4 制品顶出装置	60
3.4.1 机械式顶出装置	60
3.4.2 油压式顶出装置	60
3.5 油压装置	61
3.5.1 油压的基础知识	61
3.5.2 油缸	62
3.5.3 油泵	64
3.5.4 油压阀	65
3.5.5 储能器(储压器)	67
3.6 注射成型工艺的控制方法	68
3.6.1 基本观点	68
3.6.2 固体电路的利用	69
3.6.3 注射工艺的程序控制	69
3.6.4 用计算机控制注射成型工艺	72
3.7 注射成型机性能和尺寸的表示(查目录数据的方法)	73
3.7.1 选择注射成型机的要点	73
3.7.2 成型能力	73
3.7.3 安装模具的相关尺寸	75
3.7.4 与成型周期相关的参数	77

4. 附属设备(辅助设备)

4.1 何谓附属设备	79
4.2 成型与供给成型材料的设备	79
4.2.1 箱形干燥机(恒温槽)	79
4.2.2 料斗干燥器	79

4.2.3 料斗装料机	80
4.2.4 粉碎机	81
4.3 关于取出制品的装置	82
4.3.1 自动取出制品的装置	82
4.3.2 确认制品落下的装置	85
4.3.3 皮带输送机	86
4.4 调整模具温度的装置	87
5. 注射成型	
5.1 表示成型材料流动特性的方法	89
5.1.1 熔融流动指数	89
5.1.2 螺旋线流动长度	89
5.2 常用塑料材料的注射成型概要	90
5.2.1 结晶性塑料的注射成型	90
5.2.2 非结晶性塑料的注射成型	92
5.3 特殊材料的注射成型	93
5.3.1 玻璃纤维增强塑料的注射成型	93
5.3.2 阻燃性塑料的注射成型	94
5.3.3 低发泡塑料的注射成型	94
5.4 热固性塑料的注射成型	96
5.4.1 热固性注射成型方法的概要	96
5.4.2 热固性注射成型材料	97
5.4.3 注射成型条件	98
5.4.4 热固性树脂注射成型模具的要点	98
5.4.5 热固性塑料专用的注射成型机	99
5.5 成型材料的预干燥	101
5.5.1 为何需要预干燥	101
5.5.2 预干燥的方法	102
5.6 成型材料的着色	102
5.6.1 干混着色法	102
5.6.2 用母料的方法	103
5.6.3 用挤出机的方法	103
5.6.4 用液体着色剂的方法	103
5.7 更换材料(清机作业)	104
5.7.1 同种树脂的颜色更换	104
5.7.2 不同材料的清机	104
5.8 成型不良的原因及其对策	105
5.8.1 缺料(欠注)	105
5.8.2 溢边(飞边)	105
5.8.3 凹陷(凹痕)	106
5.8.4 气泡	106
5.8.5 裂纹	106

5.8.6	白化	107
5.8.7	翘曲、扭曲	107
5.8.8	熔接线(熔接痕)	108
5.8.9	流动痕	109
5.8.10	螺旋流痕(jetting)	110
5.8.11	银丝条	110
5.8.12	烧焦	111
5.8.13	黑条	111
5.8.14	光泽不良(发雾)	111
5.8.15	表面剥离(分层)	111

6.制品的质量

6.1	制品的尺寸精度	113
6.1.1	制品出现尺寸误差的原因	113
6.1.2	制品尺寸精度与模具结构的关系	113
6.1.3	成型收缩率	115
6.1.4	注射制品的标准尺寸精度	120
6.2	塑料制品应用的物理性能	121
6.2.1	一般特性	121
6.2.2	耐热特性的重要性	122
6.3	制品的机械性能	123
6.3.1	制品的机械性能与模具设计、成型方法等的关系	123
6.3.2	由于残余应力引起的制品破坏	125
6.4	制品的加热、调湿处理	127
6.4.1	退火	127
6.4.2	后烤(after-bake)	128
6.4.3	调湿处理	129

7.制品的设计

7.1	设计制品的基本原则	130
7.1.1	如何开展设计	130
7.1.2	决定模具分型线(parting line)的方法	130
7.2	结构设计的要点	131
7.2.1	脱模斜度	131
7.2.2	壁厚	131
7.2.3	加强筋	132
7.2.4	凸台	133
7.2.5	用螺纹联接的制品	133
7.3	对制品装饰(添饰)的方法	135
7.3.1	装饰方法的种类	135
7.3.2	文字、数字、记号及装饰线条	136
7.3.3	花纹(纹理)加工面	137

8.制品的修饰与二次加工

8.1 修饰.....	138
8.1.1 浇口的修饰.....	138
8.1.2 抛光修饰.....	139
8.1.3 钻孔.....	139
8.2 粘接.....	139
8.2.1 用溶剂粘接.....	139
8.2.2 用粘接剂粘接.....	140
8.3 热焊接.....	140
8.3.1 热铆.....	140
8.3.2 超声波焊接.....	141
8.4 涂饰与印刷.....	142
8.4.1 塑料涂饰须知.....	142
8.4.2 涂料.....	143
8.4.3 印刷.....	143
8.5 烫印.....	144
8.5.1 何谓烫印.....	144
8.5.2 烫印箔.....	144
8.5.3 加工方法.....	145
8.6 镀金属.....	146
8.6.1 真空蒸镀.....	146
8.6.2 塑料电镀(电解电镀).....	147
附表 各种塑料性能表	151

1. 各种成型加工方法概要

1.1 成型加工的原理

聚合物的品种很多。同时，成型加工的方法也很多。某种聚合物应选用何种成型方法，需根据聚合物的种类、制品的形状、经济上的合理性等条件来决定。但其操作原理无非是熔融、流动、凝固这三个基本变化过程，即分为下述三个阶段。

第1阶段 塑化阶段……熔融

第2阶段 成型阶段……流动

第3阶段 冷却阶段……凝固

虽然仅此三个阶段，但对成型加工不能这样简单地理解。要能制造出没有缺陷的制品，并非一般的努力就可以达到，而是必须要积累多年的经验。在此，将上述三个基本过程的要点与心得叙述如下。

1.1.1 熔融(塑化)

对塑料加热过程，首先应考虑其熔融过程。物质受热熔化虽然没有起化学变化，但高分子与低分子物质的加热熔化有很大的差别：低分子物质有特定的熔点，当达到熔点时，熔化成液态；分子量大的物质，一般熔点也高。随着分子量的增大，分子的体积也增大，分子热运动变得较为复杂。当分子量达到高分子时，其状态较特殊，不达到相当高的温度，就不能成为液态。

高分子的外形为很长的链状，它在完全成为自由回转运动的状态之前，只有部分呈脉动状态(所谓微布朗运动)。可以这样想象：蛇由冬眠状态开始逐渐摇动起身体，最后至完全自由地游动状态；冬眠苏醒时，仅身体的一部分开始运动的温度是玻璃化转变温度(用 T_g 表示，也称二次转变点)；到最后达到最活泼、完全自由游动的温度是熔点(1次转变点)。分子

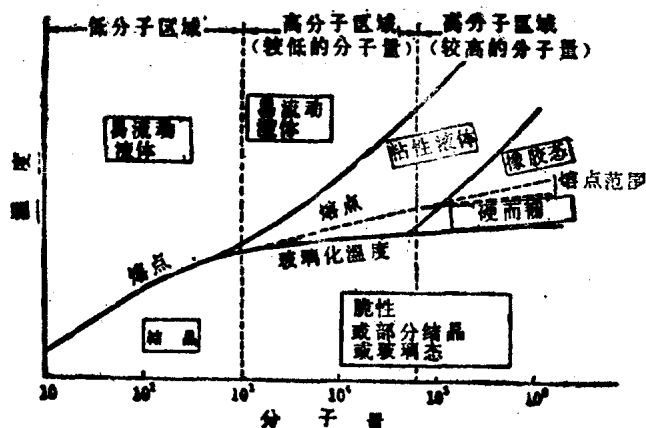


图1.1 分子量与熔点、玻璃化转变温度的关系

体积愈大(即分子量愈大),从脉动到完全自由回转运动的时间愈长(玻璃化温度与熔点相差较大),如图1·1所示。

在玻璃化转变温度以下,分子链段(segment)冻结,高分子物质呈现脆而硬的状态,当加上一定的作用力时,便会产生开裂现象(称脆性破坏)。当温度超过玻璃化转变温度时,由于分子进行微布朗运动,遇外力易产生变形,在受力时先延伸而后断裂(称粘性破坏)。温度继续升高,当分子开始进入运动状态时,物质体积急剧增大,如图1·2所示。在玻璃化转变温度时,比热、热膨胀系数、弹性模量等均急剧地变化。

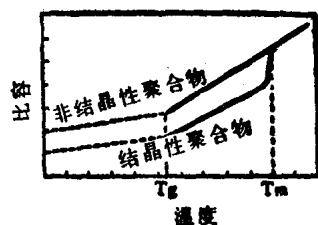


图1·2 聚合物的比容—温度曲线

再提高温度至熔点,非晶态聚合物的体积膨胀系数不变,但由于结晶性聚合物的晶束解开,大分子自由地回转,所以体积急剧增大。结晶性聚合物熔融时需熔解热,而且比热也显著增大。反之,从熔融状态冷却下来结晶时,相等于是熔解热量的结晶热释放出来。由此可见,结晶性聚合物与非晶态聚合物的熔解与冷却行为是不相同的,在成型加工时须予以注意。

1·1·2 流动(成型)

塑料成型之际,其流动性如何是一个重要的问题。当流动性差时,塑料难以充填到模具的各个窄缝流道。

为了充模完善,希望塑料象流水那样流进窄缝及各个隅角。当粘度高时,流入模具窄缝较困难;但流动过快时,会从模具的缝隙处溢出。尽管事先计划将一定量的塑料充模,但往往发生充填不足的现象,一般说粘度低一些为好,也是在一定限度以内而言的。因此,观察塑料的成型性时,有必要研究粘度如何随温度的提高而变化。研究粘度随温度变化的测定仪器有熔融指数仪(参照5·1·1)、高化式流变仪及高压毛细管粘度计等仪器。

在实际成型加工中,所谓在一定温度下成型,看来似乎是很容易的事,实际上是颇为困难的。因为塑料是热的不良导体,在短时间内要达到内外加热均匀是较困难的,需要化费较长时间使内外温度一致,这就必须有较长的成型周期。再者,根据树脂的性质,受热时会产生热分解,使性能下降。具体操作过程也会遇到各种难题。例如,在注射机料筒内,须充分搅拌,使温度均匀,然而塑料不同于水,而是粘性物料,与其说搅拌,还不如说是用螺杆强烈地炼成团块,或利用热辊进行混炼。除这种混炼操作之外,还要加颜料、稳定剂及抗氧剂等防老剂充分地进行混合,这也是必要的操作。可是,混炼操作引起了摩擦的问题,由于聚合物粒子之间强烈地混炼产生摩擦热,这种强大的摩擦热甚至会使聚合物分解,因此必须控制摩擦热,例如在机械方面往螺杆内部通冷却水,及在料筒外面安装通水或通空气的冷却夹套进行冷却。塑料在挤出机中加热混炼时,产生的摩擦有塑料粒子之间的摩擦(内摩擦),有料筒和塑料之间的摩擦(外摩擦)。

聚氯乙烯树脂(PVC)具有极性,分子内聚力大因而摩擦也大;聚乙烯几乎没有极性,摩擦小、润滑性好。PVC的成型性差,是由于它具有强极性,产生的摩擦热使温度急剧上升。为防止树脂热分解,往往需添加润滑剂增进润滑,减缓摩擦。作为PVC的润滑剂须与PVC相容性良好,其形状可进入到PVC粒子之间,必须起到防止摩擦的作用。多元醇与长链酯及金属皂类具有极性,并与PVC相容性好,故能起到润滑作用。此类润滑剂称“内润滑剂”。

另外,为减少塑料与料筒间的摩擦,用石蜡、低分子聚乙烯那样的长链碳氢化合物为宜。但当加的_量过多时,塑料与料筒壁摩擦太小,致使混炼无效,故应适量地加润滑剂。这类润滑剂极性小,不会渗入PVC分子内部,仅在PVC粒子团的外边,对减少内摩擦不大起作用,主要是减少PVC与设备壁之间的摩擦,故称之为“外润滑剂”。

再者,为提高成型加工性能,改善塑料的流动性是颇为重要的课题。关于改善流动性的方法归纳如下:

①使聚合物的极性降低,这样分子间内聚力减小,例如,将PVC改性成氯乙烯-乙烯共聚物,或氯乙烯-醋酸乙烯共聚物等。

②使聚合物的聚合度下降,这样会使聚合物的性能降低,故需很好地研究聚合度与性能的关系后再应用。

③添加流动性良好的聚合物(即聚合物共混的方法)。

④添加润滑剂、增塑剂那样具有润滑性的物质。

⑤提高加工温度。

⑥提高设备表面的润滑程度。

用上述方法,首先应很好地考虑对于制品性能的影响如何?然后再适当地选用。

1.1.3 冷却

热固性塑料注射成型时,应在还未固化之际迅速地送进模具中使之固化。因在模具中已进行了化学反应而固化,即使在未完全冷却时也可从模具中取出。然而,对于热塑性塑料,在未充分冷却而呈软的状态时,不能从模具中取出。冷却的方式,应根据塑料品种而异。热塑性塑料中的结晶性聚合物,冷却速度的快慢会影响到结晶的状态。在向模具中注射后,慢慢地冷却可充分地进行结晶。反之,当急速冷却时,不能充分地进行结晶而凝固下来,故晶粒小,结晶度低。使球晶细微化,並提高结晶度,有利于提高制品的透明性、光泽、强度及硬度。因此,模具温度是很重要的。另外,制品的形状各异,制品各部分的厚薄也不一致,薄的部分很快冷却,厚的部分冷却当然较慢。而塑料不同于金属,是热的不良导体,冷却速度慢。因而模内制品出现温度差,使成型收缩率、内应力的_{大小}各不相同,从而产生形变。因此,应采用怎样的模具结构,也是一个应考虑的问题。

使聚合物分子按一个方向整齐地排列成束,能起增强作用。使分子朝一个方向排列称取向(orientation)。在压铸成型与注射成型中,由于取向的缘故,纵横两向成型收缩率有差别,因而使制品强度不均匀,故尽可能使取向小为宜。但是,在挤出、压延成型加工中,制造片材或薄膜时,取向可提高强度与透明性。取向的过程称为拉伸操作,在一个方向拉伸称为单轴拉伸,在互相垂直方向上拉伸称为双轴拉伸。双轴拉伸的设备装置如图1.3所示。理想的单轴和双轴取向的分子形态示于图1.4。这种被拉伸的状态,一旦受热后,瞬间可恢复到原状,这称为记忆效应。在电器产品与食品等包装中,可利用这种效应,即用拉伸的塑料薄膜将电器产品与食品等包装后,再进行加热,使薄膜按其形状进行收缩包装(shrink packaging)。

冷却过程看来似乎很简单,实际上包括很多难点,这是众所周知的。

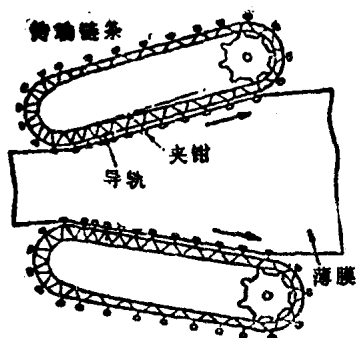


图1·3 双轴拉伸

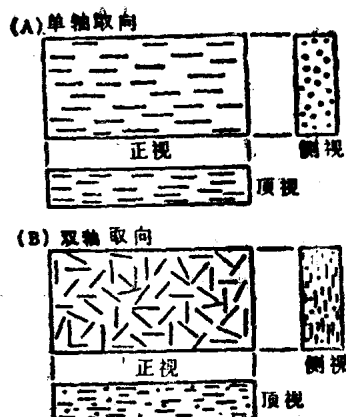


图 1·4 取向的高分子材料

1·2 成型加工的方法与机械

首先请看表1·1。关于塑料成型的方法与应用，已大致归纳于此表中。

表1·1

各种成型方法的比较

适 用 材 料	1. 压缩模塑(模压成型或压制): 主要用于热固性树脂 2. 传递模塑: 热固性树脂 3. 注射成型: 热塑性树脂、热固性树脂 4. 挤出成型: 热塑性树脂 5. 吹塑成型: 热塑性树脂 6. 压延成型: 热塑性树脂 7. 真空成型(热成型): 热塑性树脂 8. 粉末成型: 热塑性树脂 9. 发泡成型: 热固性树脂、热塑性树脂 10. 层压成型: 热固性树脂、热塑性树脂
用 途	1. 压缩模塑: 能制多样化的产品, 能同时成型数个形状与尺寸相同的产品, 并适合有嵌件的制品成型 2. 传递模塑: 适于均质制品、大型制品与厚壁制品, 并能成型精密尺寸的制品、复杂的制品与带嵌件的制品 3. 注射成型: 能成型形状复杂的制品, 适于大批量生产 4. 挤出成型: 用于连续生产具有一定截面的制品 5. 吹塑成型: 能成型无焊缝线的整体中空成型制品 6. 压延成型: 薄膜、片材、人造革与地板

续表

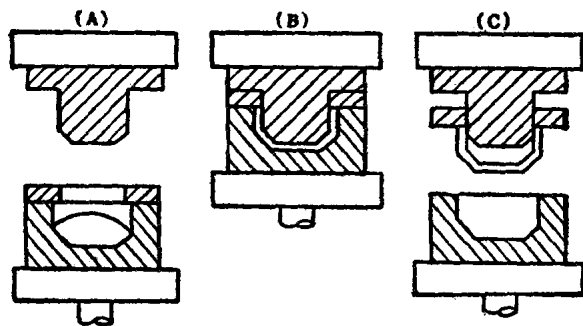
用途	7. 真空成型: 适于用片材成型大型的制品。能成型厚度极薄的制品。不适合成型尺寸精度受限制及壁厚不一致的制品 8. 粉末成型: 无焊缝的整体中空制品, 由于其模框价廉, 可生产各种尺寸的制品, 适于小批量生产大型制品 9. 发泡成型: 制塑料海绵或泡沫体 10. 层压成型: 成型面积大的板材、管材与棒材
装备及其经济性	1. 压缩模塑: 成型机与模具的经费小 2. 传递模塑: 成型机与模具比压缩模塑稍复杂, 费用也较高 3. 注射成型: 成型机与模具费用高, 易于自动控制 4. 挤出成型: 成型机结构与传动机构简单。所需动力与热能比注射成型小得多 5. 吹塑成型: 设备费比注射机便宜。模具也较价廉 6. 压延成型: 设备费高, 是大批量生产的设备 7. 真空成型: 型框价廉(木模、石膏模等)能短期制成。不需凹、凸两模, 用一个模也可以, 设备费较低 8. 粉末成型: 设备费比例少、模框便宜, 需要粉末化 9. 发泡成型: 根据发泡体的种类与用途不同, 所需成型机也不同, 因设备费低, 可成型较大型的制品 10. 层压成型: 需大型压缩成型机, 设备费高
效率(经济性)	1. 压缩成型: 成型时间长, 故效率低。不宜大批量生产 2. 传递模塑: 能在短时间内成型, 效率较压缩成型高。由于几乎没有溢料(飞边), 易于修饰 3. 注射成型: 成型周期短, 效率极高, 制品的修饰简单 4. 挤出成型: 效率极高, 是非常经济的成型方法 5. 吹塑成型: 成型周期短, 效率比较高 6. 压延成型: 可大批量生产, 能生产宽幅制品 7. 真空成型: 效率较高, 能生产价廉的制品 8. 粉末成型: 成型周期长、效率低, 不适于大批量生产, 能生产非常大的制品 9. 发泡成型: 因发泡方法而异 10. 层压成型: 成型时间较长, 但一次能成型数十块制品

1.2.1 压缩模塑

压缩成型是成型方法中最古老的一种方法, 也是热固性树脂典型的成型方法。但当热固

性树脂采用注射成型方法之后，其地位逐步下降。由于此方法具有某些特点：①设备费用低，②适应各种成型材料的加工，③制品的取向性小，④几乎没有材料的损耗等，故现在它仍是一种重要的成型加工方法。

其原理如图1·5所示。其中(A)图表示将称量后的粉末树脂加往热模(凹模)中，(B)图表示用加热加压的方法使树脂在凹模中成为流动状态，充满至凹模中各个角落，同时因产生化



(A) 将成型材料加进热的模具中
(B) 关闭模具，加热加压使材料固化
(C) 取出制品

图1·5 压缩模塑的成型方法

表1·2 热固性树脂成型材料的主要特征和常用的成型条件

项 目		酚醛树脂 (通用)	三聚氰胺树脂	苯二甲酸二烯丙酯树脂
成型材料的特征	保存性	优	劣(流动性变差，易吸湿)	稍劣(流动性变差)
	成型性	良好	稍 差	比酚醛树脂稍差
	模具发雾	少	多	少
	尺寸稳定性	良好	良好(受材料的品种影响)	极为良好
常用成型条件	预热温度(℃) (高频预热)	90~120	60~80	80~110
	成型温度(℃)	140~180	140~170	140~170
	成型压力(kg/cm ²)	150~300	70~450	70~200
	固化时间(sec) (每毫米壁厚)	20~30 ^a	40~50	30~40 ^a
	排气操作 (必要次数)	0~1	1~2	一般不必要，但对大型制品和较高的制品施行排气
固化程度的判别方法 (简易法)		在沸腾的丙酮中浸渍30分钟，表面无变化	在0.8%的硫酸中浸渍10分钟，表面不起变化	在三氯甲烷中煮沸1~2小时，表面无变化

〔注〕a：表示已进行高频预热的常用固化时间。

学反应而固化，(C)图表示经过适当的固化时间后将模具打开取出制品。在固化过程中，因进行化学反应，产生出水分、氨气等挥发性气体。为了除掉一些挥发性气体，通常开模排气。如果将粉状材料用造粒机预先造粒，会使操作变得简便。若用高频预热机进行预热，可缩短在模具中的加热时间。成型条件根据树脂与填料的品种而异，请见表1·2中的实例。

1·2·2 传递模塑(压铸)

从制品的尺寸精度和埋置嵌件等角度来看，传递模塑能成型压缩模塑难于成型的制品。图1·6是表示此种成型方法的原理。即预先关闭模具，将已预热的热固性材料投入加料室(称料巢或料腔)中，使材料受热软化，而后用柱塞加压，使材料流经主流道、分流道进入模腔。在模腔中按一定的加热时间进行固化。

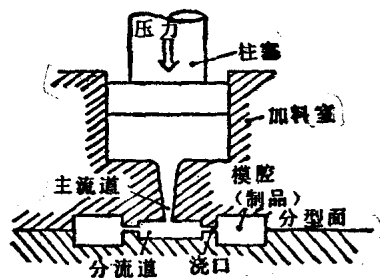


图1·6 传递模塑的原理

但随着注射成型的开发，这种成型方法逐步转向注射成型的方法。现在此种成型方法只在极有限的范围中应用。

1·2·3 注射成型

注射成型的原理是将在料筒中受热熔融流动的成型材料用高压注射进模具中，在模具中冷却凝固或固化(对热固性塑料而言)，然后打开模具取出制品。操作步骤为①闭模，②注射，③保压，④冷却(在此期间将下一次注射的物料在料筒中进行计量与塑化)，⑤开模，⑥取出制品，如此重复操作。图1·7为注射成型机的基本结构，图1·8为注射成型机的外观照片。关

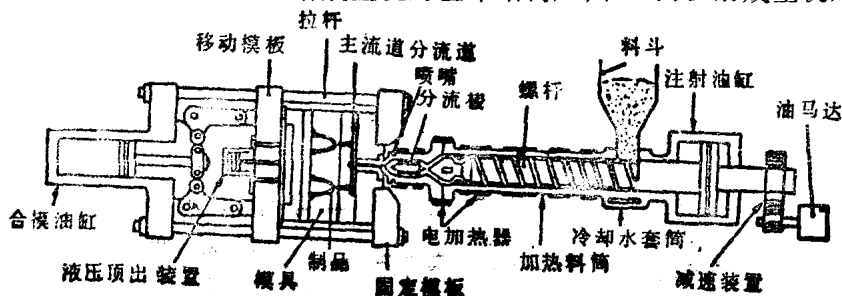


图1·7 注射成型机的基本结构

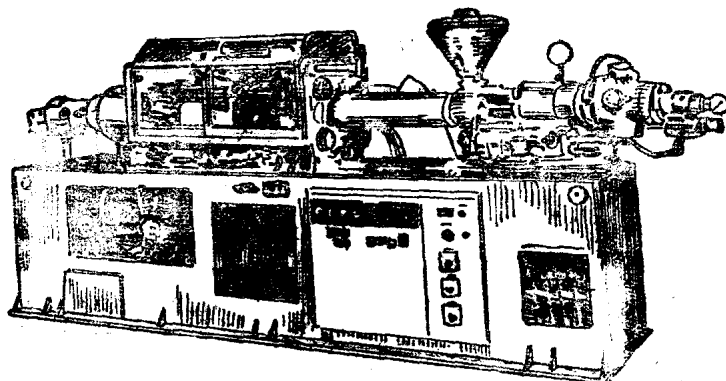


图1·8 注射成型机(日精树脂工业RS-73型)

于注射成型方面的内容，将在后面的章节中详细介绍。

1.2.4 挤出成型

压缩模塑与注射成型在每个生产周期中，仅可成型一个或数个制品，而挤出成型是连续成型薄膜、片材、管材等产品的成型方法。其原理是将塑料在料筒中受热熔融，用螺杆挤出，在设备前部的模具中成型，再用空气或水冷却制品至凝固状态。挤出设备是由挤出机、模具及牵引装置组装，三者缺一不可。根据模具的形状，可挤出薄膜、片材、管材及异型材等各种截面积的制品。

(1) 挤出机

挤出机有单轴式与多轴式。单轴式的仅有一根螺杆，广泛用于生产中。多轴式的是两根以上的螺杆组合而成。单轴挤出机的尺寸是用螺杆的外径(与料筒的内径大致相同)表示。图1.9表示挤出机的尺寸与挤出机能力及所需马力的关系。单螺杆挤出机示于图1.10。

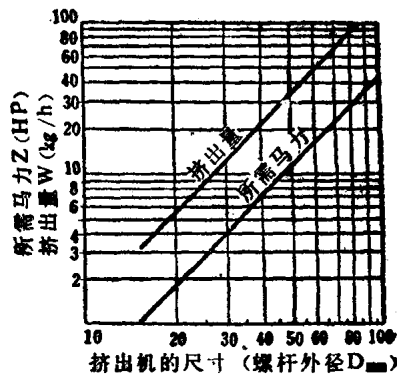
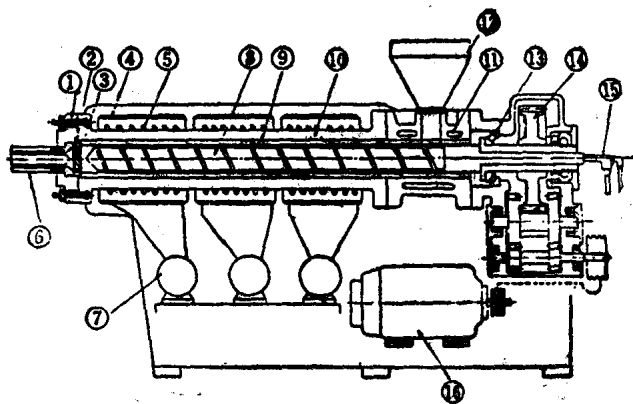


图1.9 单轴挤出机的尺寸与挤出量及所需马力的关系



- | | | | |
|----------------|-------------|-----------|--------|
| 1. 接头连接器(接头接套) | 2. 分流板(多孔板) | 3. 滤料网 | 4. 电热器 |
| 5. 冷却通道 | 6. 模具 | 7. 冷却鼓风机 | 8. 螺杆 |
| 9. 衬套 | 10. 料筒 | 11. 冷却水夹套 | 12. 料斗 |
| 13. 止推轴承 | 14. 齿轮箱 | 15. 活动接头 | 16. 电机 |

图 1.10 挤出成型机(单轴式)